



Uniwersalny mikroprocesorowy regulator mocy 220VAC



kit
2623

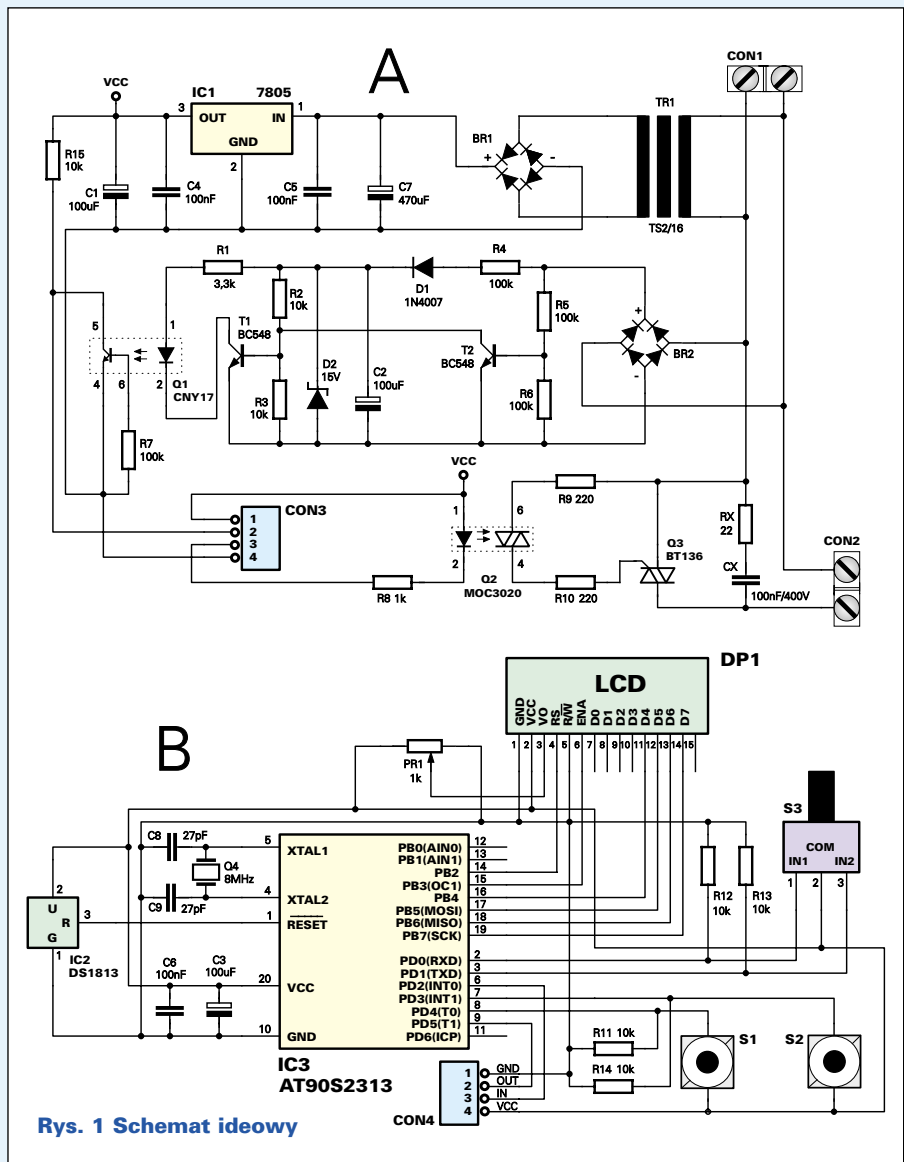
AVT

Do czego to służy?

Chciałbym zaproponować Wam budowę układu, który jest kolejnym remake projektów publikowanych już w EdW i EP.

Przekonstruowanie zaprojektowanych dawniej układów jest w elektronice czymś zupełnie normalnym i pożądanym. Przy obecnym tempie rozwoju techniki urządzenie zaprojektowane kilka lat temu jest teraz najczęściej bezнадziejnie przestarzałe i nadaje się co najwyżej do ekspozycji w muzeum techniki. Tak też stało się z dwoma moimi projektami regulatorów mocy pracującymi w systemie grupowym. Były to w swoim czasie układy dość nowoczesne, ale czas, najbardziej niszczycielski z żywiołów, zdegradował je obecnie do poziomu zwykłej amatorszczyzny. Dlatego też powracam do tematu grupowych regulatorów mocy i pozwalam sobie zaprezentować Czytelnikom Elektroniki dla Wszystkich nowe, w miarę nowoczesne rozwiązanie takiego regulatora.

Regulatory mocy odbiorników energii elektrycznej należą do grupy układów elektronicznych najczęściej budowanych przez hobbystów. O ile jednak przy zasilaniu odbiorników energii napięciem stałym budowa regulatora pobieranej przez nie mocy nie przedstawia najczęściej większego problemu, to regulacja taka w przypadku urządzeń zasilanych z sieci energetycznej jest nieco bardziej skomplikowana. Rozróżniamy trzy podstawowe metody regulacji mocy urządzeń zasilanych z sieci 220VAC, z których każda ma swoje zalety i wady. Historycznie najstarszą i jednocześnie najdoskonalszą metodą jest zastosowanie autotransformatora o zmiennym przełożeniu, tzw. wariaka. Jest to w zasadzie jedyny prosty sposób regulowania napięcia sieci energetycznej, przy którym nie występuje jakiegokolwiek zniekształcanie kształtu jego

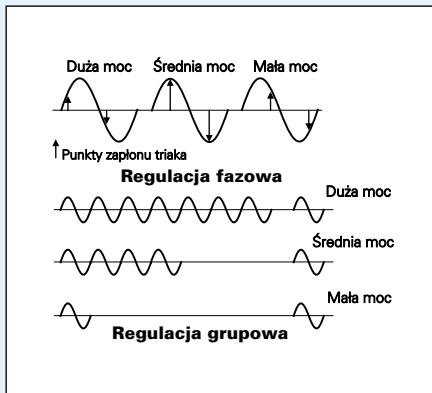


Rys. 1 Schemat ideowy

przebiegu. Stosowanie tej metody jest jednak ograniczone dwoma czynnikami: dużymi wymiarami i ciężarem autotransformatorów oraz ich bardzo wysoką ceną.

Drugą, najczęściej obecnie stosowaną metodą regulacji mocy odbiorników 220V jest regulacja fazowa, polegająca na zmianie opóźnienia momentu włączenia triaka po przejściu napięcia sieci przez zero. Jest to sposób niezwykle prosty: posiadając triak, diak i kilka elementów dodatkowych, możemy już zbudować regulator o znacznej mocy i bardzo dobrych parametrach. Metoda ta ma jednak jedną bardzo poważną wadę: generowanie zakłóceń radioelektrycznych, które szczególnie w przypadku odbiorników energii o znacznej mocy i indukcyjności, są bardzo trudne, a niekiedy wręcz niemożliwe do usunięcia.

Trzecią metodą regulacji mocy odbiorników zasilanych z sieci energetycznej jest tzw. regulacja grupowa. Podobnie jak w przypadku regulacji fazowej, elementem przełączającym jest tu triak, ale o powstawaniu zakłóceń radioelektrycznych nie ma nawet mowy. Jednak zakres stosowania tej metody jest ograniczony w zasadzie do sterowania urządzeniami grzewczymi. Nazwa „regulacja grupowa” pochodzi stąd, że układ zasilania odbiornika energii elektrycznej za pomocą grup przebiegów sinusoidalnych, włączanych zawsze przy napięciu bliskim zeru. Sterowanie grupowe możemy, z dużym przybliżeniem, porównać do regulacji mocy metodą PWM stosowaną w obwodach prądu stałego. Na **rysunku 2** w sposób poglądowy została przedstawiona zasada regulacji fazowej i grupowej.



Rys. 2 Zasada regulacji fazowej i grupowej

Podstawowym trybem pracy proponowanego układu jest grupowa regulacja mocy. Regulacja ta odbywa się w zakresie od 0 do 100% pełnej mocy sterowanego urządzenia, z krokiem co 1%. Tak więc układ może znaleźć zastosowanie przy regulacji mocy wszelkiego rodzaju grzałek, piecyków i innych urządzeń grzewczych. W żadnym przypadku nie można by go było zastosować do

sterowania silnikami prądu przemiennego ani żarówkami. Dołączona do wyjścia układu żarówka migotałaby ze stałą częstotliwością, a zmianie ulegałyby jedynie czas błysków. Na szczęście w technice mikroprocesorowej „wszystko jest możliwe” i do naszego urządzenia został dodany drugi tryb pracy, podobny do pierwszego, ale umożliwiający sterowanie silnikami prądu przemiennego, np. silnikami wiertarek elektrycznych. W tym trybie regulacja mocy odbywa się także w przedziale od 0 do 100%, ale ze znacznie większym krokiem, wynoszącym 10%. Oczywiście, tryb drugi może być także wykorzystany do sterowania urządzeniami grzewczymi, przy znacznie mniejszej precyzji regulacji. Można go także próbować zastosować do zasilania żarówek o znacznej mocy, o dużej bezwładności cieplnej włókna.

W pamięci programu procesora sterującego pracą regulatora pozostało mi jeszcze sporo wolnego miejsca i postanowiłem dodać do układu jeszcze jeden tryb pracy, będący dodatkową opcją. Jest nim „zwykła” regulacja fazowa, którą możemy zastosować do zasilania urządzeń wszelkiego typu, licząc się jednak z występowaniem zakłóceń radioelektrycznych.

Do budowy regulatora wykorzystany został nowoczesny procesor typu AT90S2313, „pinowy” odpowiednik dobrze Wam znanego AT89C2051. Do napisania programu, przetestowania go, skompilowania i zaprogramowania procesora użyty został pakiet BASCOM AVR. Stosowany w nim dialekt języka MCS BASIC jest praktycznie identyczny z poznany przez Was na wykładach BASCOM College językiem stosowanym w pakiecie BASCOM 8081. Drobne różnice wynikają jedynie z odmiennego nazewnictwa wprowadzeń procesora i dodatkowych funkcji dostępnych w nowoczesnych AVR-ach. Dlatego też chciałbym, abyście traktowali projekt regulatora nie tylko jako gotowe urządzenie, ale i jako tworzywo do dalszych eksperymentów i przeróbek. Nawet dysponując tylko pakietem BASCOM AVR w wersji demo (obecnie do 2KB kodu wynikowego, do ściągnięcia ze strony www.mcselec.com) możecie z powodzeniem przerobić program sterujący regulatorem i dostosować go do swoich potrzeb. W kicie dostarczany będzie zaprogramowany procesor, ale dysponując wspomnianym pakietem i banalnie prostym programatorem ISP (np. AVT-871), będziecie mogli zawsze przeprogramować procesor zgodnie ze swoimi wymaganiami. Kod źródłowy napisanego przeze mnie programu będzie dostępny na stronie internetowej EdW.

Wykonanie proponowanego regulatora jest stosunkowo proste, a koszt użytych materiałów jest, w stosunku do użyteczności wykonanej konstrukcji, niezbyt wysoki. **Pamiętajmy jednak o jednym: budujemy**

urządzenie, którego część połączona jest galwanicznie siecią energetyczną i którego wiele elementów znajduje się pod niebezpiecznym dla zdrowia i życia napięciem 220VAC! Dlatego też, Koledzy nie mający doświadczenia w budowie takich układów proszeni są o zachowanie szczególnej ostrożności podczas uruchamiania i testowania regulatora!

Jak to działa?

Schemat elektryczny regulatora został pokazany na **rysunku 1**. Układ składa się z dwóch części, umieszczonych na dwóch płytkach obwodów drukowanych. Część oznaczona na schemacie jako A zawiera zasilacz dostarczający prąd do części układu z procesorem, układ detekcji przejścia napięcia sieci przez zero i wykonawczy układ mocy. Część druga, oznaczona jako B, zawiera procesor sterujący całym urządzeniem wraz z elementami dodatkowymi, wyświetlaczem alfanumerycznym LCD i elementami służącymi do wprowadzania danych do procesora. Omawianie schematu rozpoczniemy od części A.

Napięcie sieci dołączane do złącza CON1 zasilają trzy układy:

1. Typowo skonstruowany zasilacz prądu stałego. Napięcie sieci obniżane jest w transformatorze TR1, wygładzane za pomocą kondensatora C7, stabilizowane za pomocą monolitycznego scalonego stabilizatora napięcia IC1 i następnie doprowadzane do złącza CON3.

2. Układ detekcji przejścia napięcia sieci przez zero. Do zasilania tego fragmentu układu został skonstruowany pomocniczy zasilacz, dający napięcie o wartości 15V, stabilizowane za pomocą diody Zenera D2. Napięcie sieci prostowane jest za pomocą mostka prostowniczego BR2. Baza tranzystora T2 wysterowywana jest z dzielnika napięciowego R5, R6, dołączonego do prostownika, na którego wyjściu występuje przebieg pokazany na **rysunku 3**. Tak więc tranzystor T2 nie przewodzi tylko w momencie, kiedy napięcie sieci jest mniejsze od ok. 1,2V, czyli praktycznie równe jest zeru.

Przez większą część czasu tranzystor T2 zwiera do masy bazę tranzystora T1, tak że dioda umieszczona wewnątrz struktury transoptora Q1 włącza się jedynie na krótki moment, dokładnie w chwili przejścia napięcia sieci przez zero. W konsekwencji na wejście INT0 procesora podawany jest ciąg ujemnych impulsów szpilkowych o częstotliwości 100Hz (**rysunek 3**). Do czego służą te impulsy, dowiemy się w dalszej części artykułu.

3. Układ wykonawczy mocy z triakiem Q3. Zadaniem triaka jest zasilanie napięciem sieci odbiornika energii elektrycznej dołączonego do złącza CON2. Bramka triaka sterowana jest za pomocą optotriaka Q3, którego zadaniem jest galwaniczna izolacja obwodów sieciowych od części cyfrowej układu. W urządzeniu zastosowano optotriak typu

MOC3020, nie posiadający, w przeciwieństwie do dobrze znanego optotriaka MOC3040, wbudowanego układu detekcji przejścia napięcia sieci przez zero. Zastosowanie optotriaka z taką detekcją uniemożliwiłoby realizację fazowej regulacji mocy, ponieważ triak mógłby być włączany jedynie przy napięciu sieci bliskiemu zeru. Dioda LED zawarta w strukturze optotriaka jest włączana, za pośrednictwem złącza CON3, bezpośrednio z wyjścia PD5 procesora.

Popatrzmy teraz na drugą część schematu, oznaczoną literą B. Jest to część sterująca naszego regulatora, której sercem jest zaprogramowany procesor typu AT90S2313. Opisywanie hardware tej części układu nie miałooby większego sensu, ponieważ w jej skład wchodzi tylko kilka typowo połączonych elementów. Skupimy się zatem na programie zaszytym w pamięci procesora, a szczegółowo opiszemy tylko jeden element: impulsator oznaczony na schemacie jako Q3.

Czytelnicy, którzy obejrżeli już zdjęcia przedstawiające model układu regulatora, z pewnością są przekonani, że nasze urządzenie będzie sterowane za pomocą potencjometru. Element umieszczony po prawej stronie wyświetlacza LCD do złudzenia przypomina potencjometr, ale w rzeczywistości nie ma z tym powszechnie znanym elementem, nic wspólnego. Q3 jest obrotowym impulsatorem mechanicznym, produkowanym przez firmę BOURNS, który podczas obracania jego oską generuje impulsy na dwóch swoich wyjściach. Kolejność występowania tych impulsów, pokazana w tabeli 1, jest tak dobrana, że dołączony do wyjść impulsatora procesor może z łatwością nie tylko liczyć impulsy, ale także określić kierunek obrotu oski impulsatora.

Zastosowanie impulsatora obrotowego, zamiast zwykle używanych przycisków, znacznie zwiększyło komfort obsługi regulatora. Za pomocą impulsatora nie tylko możemy wygenerować dowolną liczbę impulsów, ale w łatwy, intuicyjny sposób zwiększać lub zmniejszać ich częstotliwość, przechodząc ze zgrubnej regulacji na precyzyjną.

	Obrót w prawo		Obrót w lewo	
	Styk 1	Styk 2	Styk 1	Styk 2
Krok1	1	0	0	1
Krok2	1	1	1	1
Krok3	0	1	1	0
Stop	0	0	0	0

Jeszcze jednym elementem hardware'owym wartym wzmianki jest układ IC2 - DS1813. Jest to układ standardowo stosowany w systemach mikroprocesorowych, którego zadaniem jest wykonanie resetu sprzętowego procesora w przypadku spadku napięcia zasilającego poniżej 4,75VDC.

Zajmijmy się wreszcie najważniejszą częścią składową regulatora, czyli sterującym nim programem.

Po wykonaniu typowych czynności, takich jak deklaracja zmiennych i podprogramów, program wchodzi w pętlę, w której pozostanie aż do momentu wyłączenia zasilania. Wszystkie czynności wykonywane przez program podczas pracy w pętli głównej są pokazane na **listingu 1**.

'Listing 1

```
Sub Regulation
Ddisplay 'skok do podprogramu wyświetlającego na LCD aktualny współczynnik regulacji (listing 2)
Waitms 100 'zaczekaj 100 ms
Do
Reset Portd.0 : Reset Portd.1
'ustaw stan niski na pinach dołączonych do impulsatora
If Pind.0 = 1 And Pind.1 = 0 Then 'jeżeli na pinie PORTD.0 występuje stan wysoki, a na PORTD.1 stan niski, co oznacza początek obrotu impulsatora w lewo, to:

Do
If Pind.1 = 1 Then Exit Do 'zaczekaj w pętli, aż na drugim wyprowadzeniu impulsatora także pojawi się stan wysoki
Loop

Do
If Pind.0 = 0 Then Exit Do 'następnie zaczekaj w pętli do momentu zakończenia jednego kroku impulsatora
Loop

Select Case Regulation_type_flag
'w zależności od trybu pracy układu:
Case 0 : Incr Regulation_counter
'w trybie regulacji grupowej ze skokiem co 1% zwiększ wartość licznika głównego o 1
Case 1 : Incr Regulation_counter
'w trybie regulacji fazowej zwiększ wartość licznika głównego o 1
Case 2 : Regulation_counter = Regulation_counter + 10
'w trybie regulacji grupowej ze skokiem co 10% zwiększ wartość licznika głównego o 10
End Select
'koniec wyboru
If Regulation_counter > 100 Then Regulation_counter = 100
'jeżeli licznik główny stał się większy od 100, to licznik główny staje się równy 100
Ddisplay 'skok do podprogramu wyświetlającego na LCD aktualny współczynnik regulacji (listing 2)

End If 'koniec warunku

Reset Portd.0 : Reset Portd.1
'ustaw stan niski na pinach dołączonych do impulsatora
If Pind.0 = 0 And Pind.1 = 1 Then 'jeżeli na pinie PORTD.0 występuje stan niski, a na PORTD.1 stan wysoki, co oznacza początek obrotu impulsatora w prawo, to:
Do
If Pind.0 = 1 Then Exit Do 'zaczekaj w pętli, aż na drugim wyprowadzeniu impulsatora także pojawi się stan wysoki
Loop

Do
If Pind.1 = 0 Then Exit Do 'następnie zaczekaj w pętli do momentu zakończenia jednego kroku impulsatora
Loop

Select Case Regulation_type_flag
'w zależności od trybu pracy układu:
Case 0 : Decr Regulation_counter
'w trybie regulacji grupowej ze skokiem co 1% zmniejsz wartość licznika głównego o 1
Case 1 : Decr Regulation_counter
'w trybie regulacji fazowej zmniejsz wartość licznika głównego o 1
Case 2 : Regulation_counter = Regulation_counter - 10
'w trybie regulacji grupowej ze skokiem co 10%
```

Zajmijmy się teraz prostym podprogramem, pokazanym na **listingu 2**. Jego zadaniem jest wyświetlanie na ekranie wyświetlacza alfanumerycznego LCD aktualnie wybranego trybu pracy i współczynnika regulacji. Jest to program tak prosty, że możemy pozostawić go bez komentarzy, skupiając się na kolejnym,

```
zmniejsz wartość licznika głównego o 10
End Select 'koniec wyboru
If Regulation_counter > 100 Then Regulation_counter = 0
'jeżeli licznik główny stał się większy od 100, to licznik główny staje się równy 0
Ddisplay 'skok do podprogramu wyświetlającego na LCD aktualny współczynnik regulacji (listing 2)

End If 'koniec warunku

Reset Portd.4 'spróbuj ustawić stan niski na pinie PORTD.4 (przycisk S1)
If Pind.4 = 1 Then 'jeżeli próba nieudana, to:
Regulation_counter = 0 'wyczyść licznik główny
Incr Regulation_type_flag
'zwiększ wartość wskaźnika rodzaju regulacji
If Regulation_type_flag = 3 Then Regulation_type_flag = 0
'jeżeli wskaźnik regulacji przekroczył wartość 2, to wskaźnik rodzaju regulacji staje się równy 0
Waitms 255 'zaczekaj 255 ms
Select Case Regulation_type_flag 'w zależności od rodzaju regulacji:
Case 0: 'jeżeli wybrana została regulacja grupowa ze skokiem 1%, to:
Disable Timer0 'wyłącz timer0 (używany przy regulacji fazowej)
T$ = "GROUP1%" 'zmienna tekstowa T$ będzie sygnalizować wybranie regulacji grupowej o dokładności 1%
Case 1: 'jeżeli została wybrana regulacja fazowa, to:
Enable Timer0 'włącz timer0
T$ = "PHASE" 'zmienna tekstowa T$ będzie sygnalizować wybranie regulacji fazowej
Case 2: 'jeżeli wybrana została regulacja grupowa ze skokiem 10%, to:
Disable Timer0 'wyłącz timer0 (używany przy regulacji fazowej)
T$ = "GROUP10%" 'zmienna tekstowa T$ będzie sygnalizować wybranie regulacji grupowej o dokładności 10%
End Select 'koniec wyboru
End If

Reset Portd.3 'spróbuj ustawić stan niski na pinie PORTD.3 (przycisk S2)
If Pind.3 = 1 Then 'jeżeli próba nieudana, to:
On_off_flag = Not On_off_flag 'wskaźnik włączenia układu zasilanego zmienia swoją wartość na przeciwną
If On_off_flag = 1 Then 'jeżeli urządzenie ma być włączone, to:
Enable Int0 'udziel zezwolenia na obsługę przerwania Int0
Else
'w przeciwnym przypadku:
Disable Int0 'zakaz obsługi przerwania Int0

Set Portd.5 'wyłącz diodę LED transoptora
End If 'koniec warunku
End If 'koniec warunku
Phase_counter = Regulation_counter * 1.5 'przeliczenie wartości licznika głównego na potrzeby regulacji fazowej
Phase_counter = Phase_counter - 6 'przeliczenie wartości licznika głównego na potrzeby regulacji fazowej
Loop
End Sub
```

trzecim listingu. Pokazany na nim podprogram pełni decydującą rolę w naszym układzie, odpowiada bowiem za włączanie i wyłączenie odbiornika energii we właściwych momentach.

'Listing 2

```
Sub Ddisplay
Cls
Lcd T$
Locate 2 , 2
Lcd " "
Locate 2 , 2
Lcd Regulation_counter ; "% "
Locate 2 , 6
If On_off_flag = 1 Then
Lcd "ON "
Else
Lcd "OFF"
End If
End Sub
```

Aby w pełni zrozumieć zasadę działania tego podprogramu, musimy pamiętać, że wykonywany on jest zawsze przy każdym przejściu napięcia sieci przez zero.

'Listing 3

```
Sub_int: 'obsługa przerwania zewnętrznego Int0
If Regulation_type_flag = 0 Or Regulation_type_flag = 2 Then 'jeżeli wybrany został tryb regulacji grupowej, to:
Disable Int0 'chwilowo zawiesz obsługę przerwania
Incr Int_counter 'zwiększ wartość licznika przerwania o 1
If Regulation_type_flag = 2 Then Int_counter = Int_counter + 9 'jeżeli został wybrany tryb regulacji grupowej ze skokiem co 10%, to dodatkowo zwiększ wartość licznika przerwania o 9
If Int_counter = Regulation_counter Then Set Portd.5 'jeżeli wartość licznika przerwania osiągnęła wartość aktualnego współczynnika regulacji, to wyłącz triak
If Int_counter = 100 Then Int_counter = 0 'jeżeli licznik przerwania osiągnął wartość 100, to licznik przerwania staje się równy 0
If Int_counter = 0 Then 'jeżeli licznik przerwania jest równy 0, to
If Regulation_counter <> 0 Then 'jeżeli współczynnik regulacji nie został ustawiony na zero, to
If On_off_flag = 1 Then 'jeżeli wskaźnik włączenia urządzenia odbiorczego jest ustawiony na 1, to
Reset Portd.5 'włącz triak
End If 'koniec warunku
End If 'koniec warunku
End If 'koniec warunku
Enable Int0 'ponownie udzieli zezwolenia na obsługę przerwania Int0
End If 'koniec warunku
If Regulation_type_flag = 1 Then 'jeżeli wybrany został tryb regulacji fazowej, to:
Timer0 = Phase_counter 'załaduj do timera0 wartość współczynnika regulacji fazowej
Start Timer0 'włącz timer0
End If 'koniec warunku
Return
```

Mam nadzieję, że treść programu pokazanego na **listingu 3** stała się całkowicie zrozumiała dla Czytelników. Wyjaśnienia wymaga chyba jeszcze tylko działanie programu podczas realizacji regulacji fazowej. Wiemy już, że po wybraniu tego trybu pracy i przejściu napięcia sieci przez zero uruchomiony został timer0. W tym momencie triak jest wyłączony, a timer0 zgłosi przerwanie tym szybciej, im większa wartość została wstępnie załadowana do jego rejestru. Czyli, że im większy ustawiliśmy współczynnik regulacji, tym szybciej zajdą zdarzenia przedstawione na **listingu 4**, ukazującym podprogram obsługi przerwania pochodzącego od timera0.

To chyba wszystko, co mam do powiedzenia na temat napisanego przeze mnie programu. Bardziej dociekliwi Czytelnicy będą mogli zapoznać się z całą jego treścią, umieszczoną na stronie internetowej Elektroniki dla Wszystkich.

'Listing 4

```
Sub_tim: 'obsługa przerwania timera0
If On_off_flag = 1 Then 'jeżeli wskaźnik włączenia urządzenia odbiorczego jest ustawiony na 1, to:
Reset Portd.5 'wygeneruj na pinie PRTD.5 procesora impuls o czasie trwania 100us, który spowoduje włączenie triaka
Waitus 100
Set Portd.5
End If 'koniec warunku
Return
```

Montaż i uruchomienie.

Na **rysunku 3** zostały pokazane trzy płytki obwodów drukowanych. Tak naprawdę, to trzecią płytkę trudno nazwać płytką obwodu drukowanego, ponieważ jest to jedynie wykonana z laminatu płyta czołowa, która umożliwi szybkie i w miarę estetyczne obudowanie wykonanego urządzenia.

Montaż regulatora wykonujemy typowo, przestrzegając wielokrotnie już opisywanych w EdW zasad. Rozpoczniemy od elementów o najmniejszych gabarytach, a zakończymy pra-

dystansowe o odpowiedniej długości i skreślamy całość za pomocą śrubek tak, aby ich łebki wystawały ok. 5 mm ponad powierzchnię płytki wyświetlacza. Do każdej śrubki damy w związku z tym dwie nakrętki.

2. Tak zmontowaną konstrukcję układamy na płycie czołowej i starannie wyrównujemy. Następnie lutujemy łebki śrubek do dużych punktów lutowniczych wykonanych na spodniej stronie płyty czołowej.

3. Jak zauważyliście, płyta czołowa jest nieco większa od płytki z procesorem. Pozwoli to na łatwe dobudowanie tylnej części i boków obudowy, które możemy wykonać z kawałków laminatu lub tworzywa sztucznego.

Starannie wykonany układ, w którym zastosowano sprawdzone elementy, nie wymaga jakiegokolwiek regulacji poza regulacją kontrastu wyświetlacza LCD (potencjometr montażowy PR1) i działa natychmiast poprawnie.

Wykaz elementów

Rezystory

PR1	.....	.potencjometr montażowy 1kΩ
R1	.....	.3,3kΩ
R2, R3, R11 ... R15	.....	.10kΩ
R4, R5, R6	.....	.100kΩ/0,5W
R7	.....	.100kΩ
R8	.....	.1kΩ
R9, R10	.....	.220Ω

Kondensatory

C1, C2, C3	.....	.100μF/16V
C4, C5, C6	.....	.100nF
C7	.....	.470μF/16V
C8, C9	.....	.27pF

Półprzewodniki

D1	.....	.1N4007
D2	.....	.dioda Zenera 5V
IC1	.....	.7805
IC2	.....	.DS1813
IC3	.....	.zaprogramowany procesor AT90S2313
Q1	.....	.CNY17
Q2	.....	.MOC3020
Q3	.....	.BT136
T1, T2	.....	.BC548

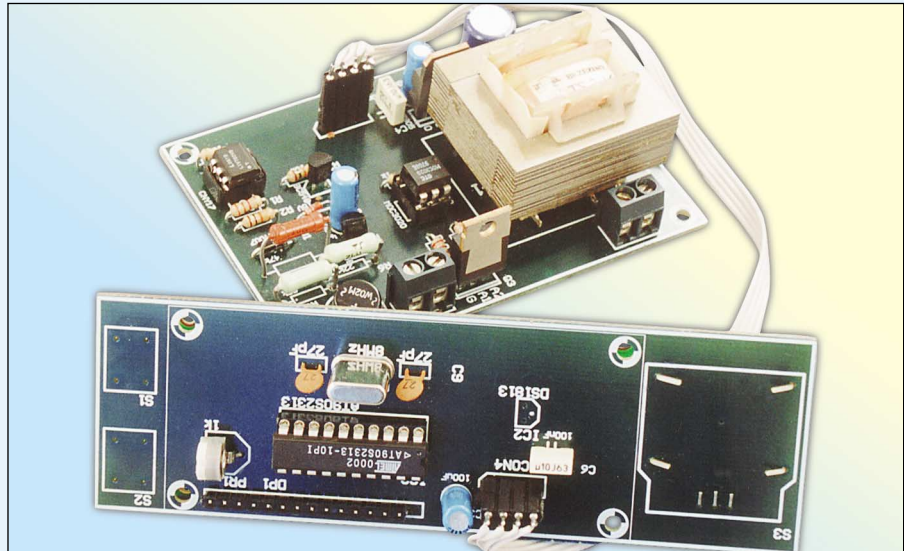
Pozostałe

BR1, BR2	.....	.mostek prostowniczy 1,5A/400V
CON1, CON2	.....	.ARK2
DP1	.....	.wyświetlacz alfanumeryczny LCD 16*1
Q4	.....	.rezonator kwarcowy 8MHz
S1, S2	.....	.przycisk microswitch
S3	.....	.impulsator obrotowy
TR1	.....	.transformator sieciowy TS2/16

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2623

W układzie modelowym został zastosowany najtańszy triak typu BT136. Umożliwia on zasilanie urządzeń elektrycznych o poborze prądu nie przekraczającym 2A bez radiatora i 5A z radiatorem dołączonym do triaka. Nic jednak nie stoi na przeszkodzie, aby zastosować w układzie triak o większym prądzie maksymalnym i sterować urządzeniami o mocy nawet wielu kilowatów.

Po zmontowaniu urządzenia dołączamy do niego zasilanie 220VAC, a jako odbiornik energii możemy podczas testów zastosować żarówkę średniej mocy. Po włączeniu zasilania układ automatycznie przechodzi do pierwszego trybu pracy, współczynnik regulacji wynosi zero, a zasilany układ pozostaje wyłączony. Jeżeli w tym momencie nacisniemy przycisk S2 a następnie pokręcimy impulsatorem w prawo, to dołączona do układu żarówka zacznie migotać z częstotliwością 1Hz. W miarę dalszego kręcenia oską impulsatora, czas trwania błysków zacznie się coraz bardziej wydłużać, aż do momentu, kiedy przy współczynniku regulacji równym 100%



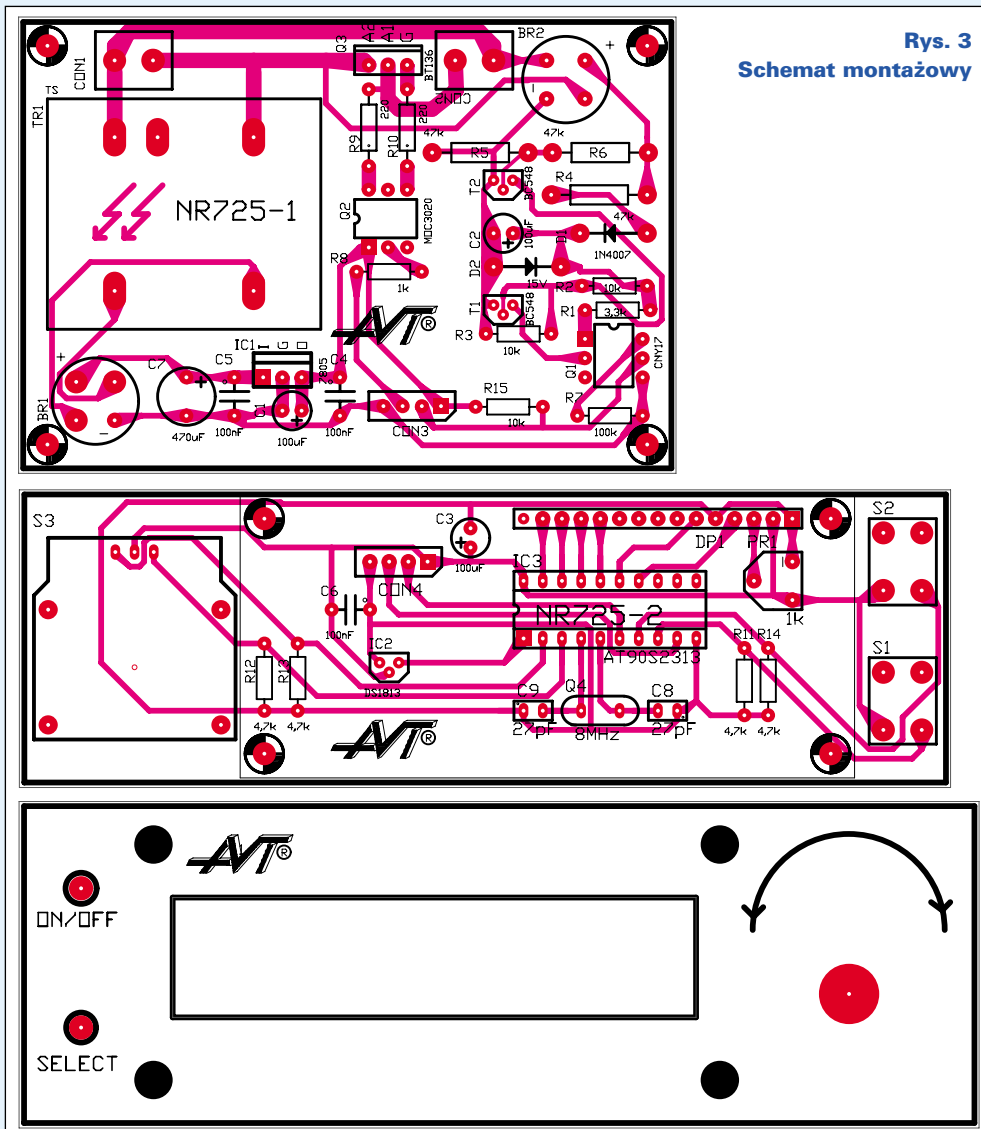
migotanie ustanie i żarówka zacznie świecić ciągłym światłem. Za pomocą przycisku S2 możemy w każdej chwili wyłączyć odbiornik energii i włączyć go powtórnie bez zmiany

współczynnika regulacji.

Oczywiście, dołączenie do układu jako obciążenia żarówki ma na celu tylko sprawdzenie poprawności działania regulatora, który w tym trybie pracy może być wykorzystywany jedynie do zasilania grzejników elektrycznych.

Następnie sprawdzamy działanie układu w trybie regulacji grupowej z krokiem 10%. Układ będzie zachowywał się bardzo podobnie jak w trybie pierwszym, z tym że proces regulacji będzie przebiegał znacznie szybciej, ale z mniejszą precyzją. Zjawisko migotania światła będzie znacznie słabsze. W tym trybie pracy możemy stosować regulator także do zasilania wiertarek i innych urządzeń wykorzystujących komutatorowe silniki prądu przemiennego.

Ostatnim testem jest sprawdzenie działania układu w trybie regulacji fazowej. W tym trybie pracy regulator będzie działał dokładnie tak, jak większość popularnych „ściemniaczy”, ale o znacznie większej precyzji regulacji. Tryb regulacji fazowej jest traktowany jako dodatkowa opcja i dlatego nie przewidziano na płycie miejsca na kondensator i rezystor oznaczone na schemacie jako elementy „X”. Ich zastosowanie może w pewnym stopniu zredukować zakłócenia powstające podczas włączanie triaka przy znacznym napięciu, tak jak ma to miejsce podczas regulacji fazowej. Jeżeli mamy zamiar wykorzystywać ten tryb pracy, to wskazane będzie przylutowanie tych elementów do płytki od strony druku.



Rys. 3
Schemat montażowy

Zbigniew Raabe